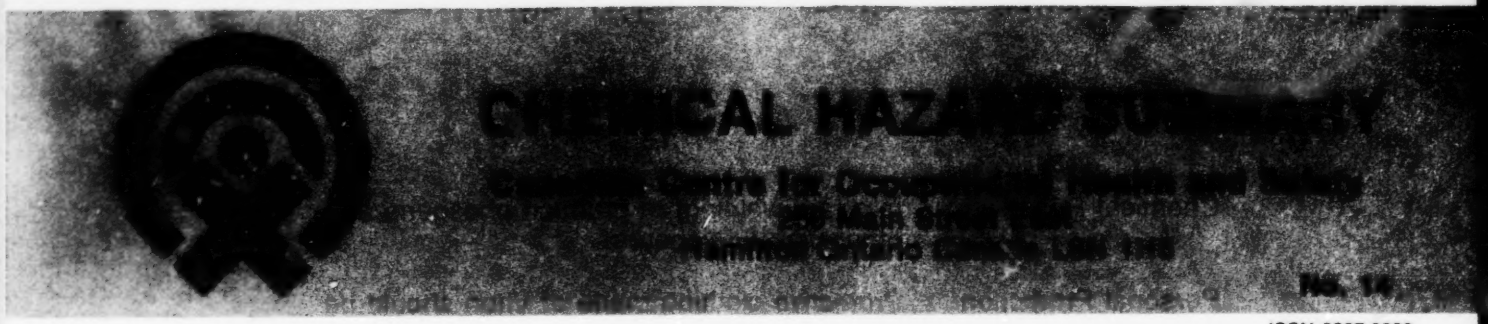

ISSN 0827-8830

TRICHLOROETHYLENE

Other Names	Trichloroethene, CAS 79-01-6
Description	Colourless, non-flammable liquid with a sweet smell similar to chloroform.

HAZARD SUMMARY

Exposure	Absorbed mainly by inhalation but can also penetrate through the skin.
Effects of Short-Term Exposure	Acute exposure to vapours can cause irritation of the nose, throat and eyes, and headaches; at high concentrations, trichloroethylene vapours can cause damage to the nervous system leading to behaviour disorders, dizzy spells, sleepiness, and, in some cases, coma; reversible injuries to the liver and kidneys have also been observed.
Effects of Long-Term Exposure	Long-term exposure may cause visual problems, loss of coordination, reduction of the tactile sensitivity of the skin, trembling, giddiness, anxiety, and a slowing of the pulse rate.
Fire and Explosion Hazards	Practically non-flammable; it can burn in the presence of a source of ignition.
Fire Extinguishers	A pressurized jet of water.
Chemical Reactivity	Can react violently with certain metals, especially aluminum, and with certain oxidizing agents such as perchloric acid, oxygen and certain epoxides. The vapours can react under ultraviolet light and heat

Chemical Reactivity	(e.g. arc welding) to produce phosgene and other harmful vapours.
Personal Protection	Protective clothing made of Viton should be worn to prevent skin contact. Eyes should be protected against splashing. If vapour concentrations exceed permissible limits, wear suitable respiratory equipment. See Section IV—Exposure Control.
Storage	Store in tightly sealed containers in a well ventilated area away from the sun.
Exposure Limits	As recommended by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) 1985-1986. Time Weighted Average Exposure (TWA): 50 ppm (parts per million) or 270 mg/m^3 (milligrams per cubic metre). Short Term Exposure Limit (STEL): 200 ppm or 1,080 mg/m^3.

TWA is defined as the time weighted average concentration for a normal 8-hour workday and a 40-hour workweek.

STEL is defined as a 15-minute time weighted average exposure which should not be exceeded at any time during a workday. Exposures at the STEL should not be longer than 15 minutes and should not be repeated more than four times a day. There should be at least 60 minutes between successive exposures at the STEL.

SCOPE OF THE DOCUMENT

This summary was prepared at the Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS) and is intended primarily as a source of information for persons who work with or may be occupationally exposed to this material. The information selected for inclusion is believed to be reliable and generally relevant to occupational health. Other information may be available which bears on particular work situations. The scientific data in many areas are limited and may allow a variety of interpretations. Additional information, corrections, comments and questions are welcome, and should be addressed to the Inquiries Service, CCOHS, 250 Main Street East, Hamilton, Ontario, L8N 1H6, 416-572-2981.

The information in this document was updated on September 10, 1985.

Cat. No. CC273-4/86-5E
ISBN 0-660-12228-6
CCOHS C86-5E

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

CONTENTS

	SUMMARY	i/1
I.	USES AND OCCURRENCE	3
II.	TOXICOLOGY	3
III.	FIRE AND EXPLOSION HAZARDS	7
IV.	EXPOSURE CONTROL	8
V.	SMALL-SCALE STORAGE AND HANDLING	9
VI.	FIRST AID	10
VII.	EXPOSURE LIMITS	11
VIII.	CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES	14
IX.	REFERENCES	15

I. USES AND OCCURRENCE

Trichloroethylene is used mainly as a degreasing agent. It is also used as a solvent in the dry cleaning industry, and in the preparation of certain adhesives, varnishes, paints and printing inks, as well as in the production of polyvinyl chloride. Trichloroethylene was originally used as an anaesthetic vapour. Later, this practice was given up[1].

II. TOXICOLOGY

Routes of Exposure

Trichloroethylene can be absorbed through all the routes of entry (inhalation, ingestion, absorption through the skin). In the workplace, inhalation is the most common route of entry. In an industrial environment, absorption through the skin should not contribute to a significant increase in the amount of trichloroethylene absorbed[1,2].

Elimination

In humans, about 50 to 75% of the trichloroethylene inhaled is absorbed by the body while the rest is expired without undergoing any transformation[3,4,5]. Physical exertion can influence the rate of

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

absorption[6]. Trichloroethylene absorbed by the body is rapidly eliminated from the blood by the lungs[4,5,7,8].

Since trichloroethylene is very soluble in fats, a certain percentage of the quantity absorbed is retained in the fatty tissues. Also, trichloroethylene has been found in most of the organs of exposed persons[9].

After transformation, most of the absorbed dose of trichloroethylene is eliminated in the urine, mainly in the form of trichloroethanol and trichloroacetic acid[3,10]. It should be mentioned here that the rate of transformation of trichloroethylene into compounds that are easier to eliminate (metabolism) is influenced by exposure to alcohol.

The biological half-life in the urine (time necessary to eliminate 50% of the total amount absorbed by the body) has been estimated at 41 hours[11]. Trichloroethanol and trichloroacetic acid have been detected in the urine several days after exposure had ceased[12].

Effects of Short-Term Exposure in Humans

Typical symptoms found in workers exposed to concentrations between 100 and 632 ppm[13,14,15,16] include giddiness, excessive fatigue, dizzy spells, headaches, nausea, insomnia, and a feeling of intoxication. Also observed in some of these workers were trembling, a lack of muscular coordination, visual problems, involuntary movement of the eyes, and a decrease in skin sensitivity.

Controlled studies with volunteers have shown that the symptoms described above appear in subjects exposed to 1,000 ppm of trichloroethylene for two hours and in some subjects exposed to 300 ppm. No apparent effect, however, was reported in volunteers exposed to 100 ppm for the same length of time[17].

Exposure to high concentrations of trichloroethylene (between about 5,000 and 20,000 ppm) can cause variations in the normal heartbeat[18]. One report concluded that ventricular fibrillation (an abnormally rapid and repetitive heartbeat) produced by trichloroethylene was the cause of the death of four workers involved in degreasing operations[19]. In addition, several reports mention fatalities which have occurred after voluntary inhalation of trichloroethylene. These reports are particularly significant since the concentrations of trichloroethylene inhaled in the cases of abuse are similar to those found during work carried out in confined spaces (e.g. the cleaning of tanks)[18].

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

TABLE 1

Toxic Effects Observed in Relation to the Concentration of Trichloroethylene in the Air

Concentration (ppm) of Trichloroethylene in the Air	Effects Observed	Ref.
30	Irritation of the eyes and upper respiratory tract.	20
100 to 632	Giddiness, excessive fatigue, dizzy spells, headaches, nausea, insomnia, feeling of intoxication.	13 14 15
1,000	Trembling, lack of muscular coordination (ataxia), visual problems, involuntary movement of the eyes (nystagmus), decrease in skin sensitivity.	21 16
3,000 to 7,000	Loss of consciousness.	22

Effects of Long-Term Exposure

The symptoms of chronic exposure to low concentrations of trichloroethylene are similar to those of a short-term exposure at high concentrations. They include trembling, giddiness, redness of skin, decreased skin sensitivity of the hands, an intolerance to alcohol, preanaesthetic syndromes with anxiety, a slowing of the heartbeat, and insomnia[23]. Some studies have concluded that chronic exposure to concentrations of trichloroethylene exceeding 100 ppm may alter behaviour and some psychophysiological functions[24,25,26]. All these symptoms are characteristic of damage to the nervous system and seem to be reversible[23].

Effects on the Skin

Liquid trichloroethylene can dissolve protective fats and cause drying and chapping of the skin[27]. Prolonged exposure to the substance in its liquid or concentrated vapour form may produce inflammation of the skin (dermatitis) as well as burns[28,29].

Effects on the Eyes

Direct eye contact with liquid trichloroethylene causes reversible injury to the cornea[30]. Exposure to concentrated vapours may cause

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

opacity of the cornea. Healing is complete or may leave very slight permanent damage[31].

Effects on the Liver
Exposure to pure trichloroethylene at the concentrations found in industrial environments does not seem to have a marked effect on the hepatic system[32,33,34].

Several cases of injury to the liver have been observed in individuals practicing spot-remover sniffing[35,36]. Other reports mention liver problems upon exposure to trichloroethylene containing noticeable quantities of contaminants such as 1,2–dichloroethane and 1,2–dichloropropane[37]. A case report published in 1982 describes the development of inflammation of the liver (cirrhosis) in a worker exposed for five years to trichloroethylene vapours[38].

Effects on the Kidneys
Exposure to pure trichloroethylene at the concentrations generally found in industrial environments does not seem to have a marked effect on the renal system[23,34,39].

Effects on Reproduction
Trichloroethylene absorbed by the mother can cross the placenta and reach the fetus[40]. Some studies describe an increased incidence in menstrual problems as well as a reduction in the sexual capacity of the male following exposure to trichloroethylene at concentrations sufficient to cause a disorder of the central nervous system[14,41].

Although no fetotoxic (toxic effects on the fetus) or teratogenic (effects on embryo development) effect has been reported, the necessary precautions should be taken to reduce pregnant workers' exposure to trichloroethylene.

Mutagenic and Carcinogenic Effects
The carcinogenicity of trichloroethylene has been studied both in animals and by epidemiological studies of exposed workers [42,43,44,45].

None of these epidemiological studies established a link between exposure to trichloroethylene and the incidence of cancerous tumours. In addition, studies of laboratory animals (rats, mice, and hamsters) show a very weak correlation between the doses administered and the appearance of cancer and do not allow us to evaluate with certainty the risk faced by workers exposed to trichloroethylene.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Some studies involving short-term tests on bacteria have shown that trichloroethylene has a weak mutagenic effect[46,47]. This type of test is used as a means of quickly determining whether a chemical affects the genetic material. Some authors report that trichloroethylene can cause an increase in the number of chromosome aberrations (effect of a chemical on the chromosomes, indicating a change in the genetic material and possibly leading to the development of cancer)[48], as well as an increase in sister chromatid exchanges (effect representative of a deterioration in the genetic material)[49,50].

Toxicity Data in Animals

The relative poisoning potential of a compound can be assessed from the LD_{50} or LC_{50} obtained in animal tests. The LD_{50} is the amount of a chemical (weight of chemical/weight of animal) which is needed to kill one-half (50%) of the test animals. The LC_{50} is the concentration in air which kills half of the animals following an exposure lasting 4 hours or other indicated time period. The LC_{low} is the weakest lethal concentration observed. Test animals are usually rats, mice or other rodents. LC_{low} values for humans are found quite frequently in scientific literature. Routes of exposure are usually oral (by mouth), dermal (absorption through the skin) or inhalation (breathing of vapour). The values for this material are:

LD_{50} (rat, oral)	4,920 mg/kg[51]
LC_{low} (rat, inhalation)	8,000 ppm/4 hours[51]

III. FIRE AND EXPLOSION HAZARDS

The hazard of fire or explosion is normally described by the flash point and explosive limits of the substance.

Trichloroethylene has no flash point as determined by conventional methods[52]. It is thus considered practically non-flammable.

The explosive limits at 25°C are 8.0% and 10.5% of trichloroethylene vapour in air (80,000 and 105,000 ppm)[52]. Although trichloroethylene is considered non-flammable, the vapour can burn within the explosive limits when in contact with a source of ignition (e.g. a welding torch). Explosion in a confined space, as well as flashback (a fire travelling along the line of vapour from a spark or flame to a container or spill) should not occur. The vapour does not burn when the concentration is lower than 8.0% or greater than 10.5%. Adequate ventilation can prevent the accumulation of explosive concentrations in work or storage areas.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E. 250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Fire Extinguishing Agents
For fires involving trichloroethylene, the recommended type of extinguisher is a pressurized jet of water[52].

Chemical Reactivity
Trichloroethylene can react violently with certain metals (aluminum, barium, beryllium, lithium, magnesium, and titanium). It also reacts with certain oxidizing agents such as perchloric acid, oxygen, and some epoxides[53]. Trichloroethylene vapours can decompose under ultraviolet light and heat to form phosgene and other toxic gases.

IV. EXPOSURE CONTROL

Exposure to trichloroethylene is best prevented by design of the work process and engineering controls. The principal control measures are:

Substitution	Area ventilation
Isolation	Work practices
Enclosure	Personal hygiene
Local exhaust ventilation	Personal protective equipment

One or more of these measures may be appropriate in any particular situation. A survey of the workplace and consideration of the technical requirements of the work process are usually needed before major changes are made.

For example, in degreasing operations, local exhaust ventilation or isolation are the two preferred methods of reducing exposure to trichloroethylene vapours.

Although substitution and engineering controls are the preferred methods of controlling exposure to contaminants in the workplace, the use of personal protective equipment such as special clothing and respirators may increase the level of protection for workers exposed to trichloroethylene. In some cases, for example when working in enclosed spaces, in emergency situations, and in some maintenance operations, the use of personal protective equipment may be essential since effective ventilation and engineering controls may not be possible.

Protective Clothing
Protective clothing made of Viton (gloves, coveralls, boots, etc.) should be worn to prevent skin contact with trichloroethylene. Substances such as neoprene, polyvinyl chloride (PVC), and styrene butadiene rubber (SBR) should be avoided[54].

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Safety goggles with side shields are also recommended[55].

Respiratory Protection
Factors to be considered when implementing a respiratory protection program include:

Selection of appropriate respirators
Respirator fit
Respirator maintenance
Cartridge life
Worker training

These factors are described in more detail in CSA Standard Z94.4, "Selection, care, and use of respirators", available from the Canadian Standards Association.

NIOSH[56] recommends the following protection measures*:

For all noticeable concentrations:
Self-contained breathing apparatus with a full facepiece operated in pressure-demand or other positive-pressure mode, or
A supplied-air respirator with a full facepiece operated in pressure-demand or other positive-pressure mode combined with an auxiliary self-contained respirator operated in pressure-demand or other positive-pressure mode.

Escape:
Gas mask with a full facepiece and chin-style, front- or back-mounted cartridges for organic vapours, or
Any escape-type self-contained breathing apparatus.

*Note: Use only equipment approved by NIOSH/MSHA. Other respiratory protection equipment may provide adequate protection.

V. SMALL-SCALE STORAGE AND HANDLING

Trichloroethylene should be stored in tightly sealed containers in free air or at least in an adequately ventilated area, away from the sun and far from any ground level openings or entrances from underground areas. These containers should not be kept below ground level because trichloroethylene vapours are heavier than air and tend to accumulate in high concentrations if there is a leak. Use

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

the bare minimum of trichloroethylene in areas set aside for this purpose. Containers should be closed when they are not being used[55].

Trichloroethylene should not be used in workplaces where welding is being carried out, or where there is a source of ultraviolet light or an open flame, in order to prevent the formation of phosgene and other toxic gases.

Cleanup and Disposal
Provide adequate ventilation and wear protective clothing and a respirator before attempting to clean up a large spill. If possible, the liquid should be recovered for recycling. When this is not possible, absorb the liquid with vermiculite, sand or another absorbant material and discard it in a controlled disposal site[57]. Local environmental authorities should be consulted before disposal of large quantities of chemicals containing trichloroethylene.

VI. FIRST AID

The following first aid procedures are suggested for accidents involving trichloroethylene[58]:

Inhalation
The source of contamination should be removed and the victim moved to fresh air, if possible. If breathing has stopped, artificial respiration should be administered immediately. Administration of oxygen by a trained person may be beneficial. Observe victim for signs of possible breathing difficulties or heartbeat abnormalities. Seek medical attention.

Ingestion
If the victim is conscious, about 250 ml water should be given to dilute the chemical in the stomach. General supportive measures (comfort, rest) should be provided. Nothing should be given by mouth if the victim is unconscious. Check victim for signs of breathing difficulties or abnormal heartbeat. If breathing has stopped, begin artificial respiration immediately. Administration of oxygen by a trained person may be beneficial. Seek medical attention.

Eyes
Wash affected areas with lukewarm water or a neutral saline solution for at least 15 minutes. Ensure that the lids are opened wide and that the eyes move slowly in all directions. Seek medical attention.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Skin
Remove contaminated clothing. Wash the affected areas with lukewarm water for at least 15 minutes. Soapy water may help wash the skin more rapidly.

Note: Consult a physician and the nearest Poison Control Centre for all cases of ingestion or eye contact and all but trivial cases of inhalation or skin contact.

VII. EXPOSURE LIMITS

In many Canadian jurisdictions, exposure limits are similar to the Threshold Limit Values (TLVs) recommended by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). For trichloroethylene the current recommended TLVs are[59]:

1. Threshold Limit Value-Time Weighted Average (TLV-TWA) =
   50 parts per million (ppm) or 270 milligrams per cubic metre (mg/m^3):

   This is "—the time weighted average concentration for a normal 8-hour workday and a 40-hour work week, to which nearly all workers may be repeatedly exposed, day after day, without adverse effect."

2. Threshold Limit Value-Short-Term Exposure Limit (TLV-STEL) =
   200 parts per million (ppm) or 1,080 milligrams per cubic metre (mg/m^3):

   "A STEL is defined as a 15-minute time weighted average exposure which should not be exceeded at any time during a workday even if the eight-hour time weighted average is within the TLV. Exposures at the STEL should not be longer than 15 minutes and should not be repeated more than four times per day. There should be at least 60 minutes between successive exposures at the STEL."

   "It is not a separate independent exposure limit, rather it supplements the time weighted average (TWA) limit in known cases of acute intoxication from a substance whose toxic effects are primarily of a chronic nature. STELs are

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

> recommended only where toxic effects have been reported in either humans or animals from short-term exposures to high concentrations."

Certain Canadian jurisdictions have adopted the entire set of ACGIH TLVs for chemical substances. Others use the TLVs as guidelines for control of airborne contaminants. Still others specify exposure limits for chemical substances, including trichloroethylene, in their regulations. Since the manner in which exposure limits are established, interpreted and implemented can vary among the jurisdictions, detailed information should be sought from the appropriate government agency in each jurisdiction.

According to the preface in the ACGIH booklet[59]:

> "Threshold limit values refer to airborne concentrations of substances and represent conditions to which it is believed that nearly all workers can be repeatedly exposed day after day without adverse effect. Because of the wide variation in individual susceptibility, however, a small percentage of workers may experience discomfort from some substances at concentrations at or below the threshold limit; a smaller percentage may be affected more seriously by aggravation of a pre-existing condition or by development of an occupational illness."

> "Threshold limits are based on the best available information from industrial experience, from experimental human and animal studies and, when possible, from a combination of the three."

> "The TLV-TWA should be used as a guide in the control of health hazards and not as a fine line between safe and dangerous concentrations."

Warning Properties of Trichloroethylene at the Exposure Limit
For certain substances, odour or irritant properties may be useful as a short-term indicator of possible hazardous conditions. The odour threshold of trichloroethylene is approximately 21 ppm[60], and it should be detectable by smell at concentrations below current exposure limits (50 ppm). However, reliance on the odour of trichloroethylene to provide warning of possible overexposure is not recommended because of the possibility of a temporary loss of the sense of smell (olfactory fatigue), individual variation, and the possible presence of other odourous materials in the workplace.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Exposure Limits in Other Nations

The approaches or mechanisms for establishing and applying exposure limits can vary widely from country to country. Information on exposure limits in a number of foreign jurisdictions is available from CCOHS.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

VIII. CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES

Chemical formula	C_2HCl_3
Chemical structure	$Cl_2C = CHCl$

Physical Properties

Boiling point	86.7°C (188°F)
Density	1,465 g/ml at 20°C
Solubility	not very soluble in water; soluble in most organic solvents
Vapour pressure	57.8 mm Hg at 20°C
Vapour density	4.54 (air = 1).
Odour threshold	21.0 ppm
Vapour saturation concentration	10.2% at 25°C
Flash point	none by conventional methods
Explosive limits	upper 10.5% lower 8.0%
Autoignition temperature	410°C (770°F)

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

IX. REFERENCES

(1) Waters, E.M.; Gerstner, H.B.; Huff, J.E. Trichloroethylene : I : an overview. Journal of Toxicology and Environmental Health. Vol. 2 (1977). p. 671-707

(2) Steward, R.D.; Dodd, H.C. Absorption of carbon tetrachloride, trichloroethylene, tetrachloroethylene, methylene chloride, and 1,1,1-trichloroethane through the human skin. American Industrial Hygiene Association Journal. Vol. 25 (1964). p. 439-446

(3) Bartonicek, V. Metabolism and excretion of trichloroethylene after inhalation by human subjects. British Journal of Industrial Medicine. Vol. 19 (1962). p. 134-141

(4) Kimmerle, G.; Eben, A. Metabolism, excretion and toxicology of trichloroethylene after inhalation. Archiv fur Toxikologie = Archives of Toxicology. Vol. 30 (1973). p. 127-138

(5) Fernandez, J.G.; Humbert, B.E.; Drox, P.O.; Caperos, J.R. Exposition au trichloréthylène : bilan de l'absorption, de l'excrétion et du métabolisme sur des sujets humains. Archives des maladies professionnelles, de médecine du travail et de Sécurité sociale (Paris). Vol. 36, no 7-8 (juillet-août 1975). p. 397-407

(6) Monster, A.C.; Boersma, G.; Duba, W.C. Pharmacokinetics of trichloroethylene in volunteers, influence of workload and exposure concentration. International Archives of Occupational and Environmental Health. Vol. 38 (1976). p. 87-102

(7) Stewart, R.D.; Dodd, H.C.; Gay, H.H.; Erley, D.S. Experimental human exposure to trichloroethylene. Archives of Environmental Health. Vol. 20 (1970). p. 64-71

(8) Ikeda, M. Metabolism of trichloroethylene and tetrachloroethylene in human subjects. Environmental Health Perspectives. Vol. 21 (1977). p. 239-245

(9) McConnell, G.; Ferguson, D.M.; Pearson, C.R. Chlorinated hydrocarbons and the environment. Endeavour. Vol. 34 (1975). p. 13-18

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(10) Soucek, B.; Vlachova, D. Excretion of trichloroethylene metabolites in human urine. British Journal of Industrial Medicine. Vol. 17 (1960). p. 60-64

(11) Ikeda, M.; Imamura, T. Biological half-life of trichloroethylene and tetrachloroethylene in human subjects. Int. Arch. Arbeitsmed. Vol. 31 (1973). p. 209-224

(12) Monster, A.C.; Boersma, G.; Duba, W.C. Kinetics of trichloroethylene in repeated exposure of volunteers. International Archives of Occupational and Environmental Health. Vol. 42 (1979). p. 283-292

(13) Grandjean, E.; Munchinger, R.; Turrian, V.; Haas, P.A.; Knoepfel, H.-K.; Rosenmund, H. Investigations into the effects of exposure to trichloroethylene in mechanical engineering. British Journal of Industrial Medicine. Vol. 12 (1955). p. 131-142

(14) Bardodej, Z.; Vyskocil, J. The problem of trichloroethylene in occupational medicine. American Medical Association Archives of Industrial Health. Vol. 13 (1956). p. 581-592

(15) Nomura, S. Health hazards in workers exposed to trichloroethylene vapour : I : trichloroethylene poisoning in an electroplating plant. Kumamoto Medical Journal. Vol. 15 (1962). p. 29-37

(16) Takamatsu, M. Health hazards in workers exposed to trichloroethylene vapour : II : exposure to trichloroethylene degreasing operations in a communicating machine factory. Kumamoto Medical Journal. Vol. 15 (1962). p. 43-54

(17) Vernon, R.J.; Ferguson, R.K. Effects of trichloroethylene on visual-motor performance. Archives of Environmental Health. Vol. 18 (1969). p. 894-900

(18) Fielder, R.J.; Lowing, R.K.; Shillaker, R.O. Trichloroethylene (toxicity review 6). (s.l.) : Health and Safety Executive, 1982

(19) Kleinfeld, M.; Tabershaw, I.R. Trichloroethylene toxicity : report of five fatal cases. American Medical Association Archives of Industrial Hygiene and Occupational Medicine. Vol. 10 (1954). p. 134-141

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(20) Nomiyama, K. Nomiyama, H. Dose-response relationship for trichloroethylene in man. International Archives of Occupational and Environmental Health. Vol. 39 (1977). p. 237-248

(21) Ferguson, R.K.; Vernon, R.J. Trichloroethylene in combination with CNS drugs. Archives of Environmental Health. Vol. 20 (1970). p. 462-467

(22) Langton Hewer, C. Trichloroethylene. Anaesthesia. Vol. 30 (1975). p. 476-490

(23) Health assessment document for trichloroethylene (review draft). Washington, D.C. : United States Environmental Protection Agency, Office of Health and Environmental Assessment (EPA-600/8-82-006B), December 1983

(24) Mitchell, A.B.S.; Parsons-Smith, B.G. Trichloroethylene neuropathy (medical memoranda). British Medical Journal. (February 1979). p. 422-423

(25) Salvini, M.; Binaschi, S.; Riva, M. Evaluation of the psychophysiological functions in humans exposed to trichloroethylene. British Journal of Industrial Medicine. Vol. 28 (1971). p. 293-295

(26) Annau, Z. The neurobehavioral toxicity of trichloroethylene. Neurobehavioral Toxicology and Teratology. Vol. 3 (1981). p. 417-424

(27) Bauer, M.; Rabens, S.F. Trichloroethylene toxicity. International Journal of Dermatology. Vol. 16 (1977). p. 113-116

(28) Maloof, C.C. Burns of the skin produced by trichloroethylene vapors at room temperature. Journal of Industrial Hygiene and Toxicology. Vol. 31 (1949). p. 295-296

(29) Bauer, M.; Rabens, S.F. Cutaneous manifestations of trichloroethylene toxicity. Archives of Dermatology. Vol. 110 (1974). p. 886-890

(30) Grant, W.M. Trichloroethylene. In: Toxicology of the eye : vol. II : drugs, chemicals, plants, venoms. 2nd edition. Springfield, Illinois : Charles C. Thomas Publisher, 1974. p. 1034-1045

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(31) Grant, W.M. Trichloroethylene in the eye. In: Questions and Answers. Journal of the American Medical Association. No. 3 (1961). p. 205

(32) Tolot, F.; Viallier, J.; Roullet, A.; Rivoire, J.; Figueres, J.-C. Toxicité hépatique du trichloréthylène. Archives des Maladies Professionnelles, de Médecine du Travail et de Sécurité Sociale (Paris). Vol. 25, no 1-2 (1964). p. 9-15

(33) Defalque, R.J. Pharmacology and toxicology of trichloroethylene : a critical review of the world literature. Clinical Pharmacology and Therapeutics. Vol. 2, no. 5 (1960). p. 665-688

(34) Suciu, I.; Olinici, L. Hepato-renal involvement in acute occupational trichloroethylene intoxication. Medicina del Lavoro. Vol. 74 (1983). p. 123-128

(35) Litt, I.F.; Cohen, M.I. Danger... vapor harmful : spot-remover sniffing. The New England Journal of Medicine. Vol. 281, no. 10 (1969). p. 543-544

(36) Clearfield, H.R. Hepatorenal toxicity from sniffing spot-remover (trichloroethylene) : report of 2 cases. Digestive Diseases. Vol. 15, no. 9 (1970). p. 851-856

(37) Secchi, G.C.; Chiappino, G.; Lotto, A.; Zurlo, N. Actual chemical composition of commercial trilene and their hepatotoxic effects : clinical and enzymologic study. Medicina del Lavoro. Vol. 59, nos. 8-9 (1968). p. 486-497

(38) Thiele, D.L.; Eigenbrodt, E.H.; Ware, A.J. Cirrhosis after repeated trichloroethylene and 1,1,1-trichloroethane exposure. Gastroenterology. Vol. 83, no. 4 (1982). p. 926-929

(39) Smith, G.F. Trichlorethylene : a review. British Journal of Industrial Medicine. Vol. 23 (1966). p. 249-262

(40) Laham, S. Studies on placental transfer : trichlorethylene. Industrial Medicine. Vol. 39, no. 1 (1970). p. 46-49

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(41) Zielinski, A. Stan zdrowia pracownic narazonych na przewlekle dzialanie trojchloroetylenu = Etat de santé de femmes professionnellement exposées à l'action chronique du trichloréthylène. Medycyna pracy (Pologne) (traduction I.N.R.S. 74 B-74). Vol 24, no. 3 (1973). p. 263-271

(42) Axelson, O.; Andersson, K.; Hogstedt, C.; Holmberg, B.; Molina, G.; de Verdier, A. A cohort study on trichloroethylene exposure and cancer mortality. Journal of Occupational Medicine. Vol. 20, no. 3 (1978). p. 194-196

(43) Henschler, D.; Romen, W.; Elsasser, H.M. Reichert, D.; Eder, E.; Radwan, Z. Carcinogenicity study of trichloroethylene by longterm inhalation in three animal species. Archives of Toxicology. Vol. 43 (1980). p. 237-248

(44) Tola, S.; Vilhunen, R.; Jarvinen, E.; Korkala, M.-L. A cohort study on workers exposed to trichloroethylene. Journal of Occupational Medicine. Vol. 22, no. 11 (1980). p. 737-740

(45) NTP technical report on the carcinogenesis studies of trichloroethylene (without epichlorohydrin) (CAS no. 79-01-6) in F344/N rats and B6C3F$_1$ mice (gavage studies) (draft camera-ready). (s.l.) : Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health (NTP-81-84; NIH Publication No. 83-1799; NTP TR 243), June 1983

(46) Henschler, D.; Eder, E.; Neudecker, T.; Metzler, M. Carcinogenicity of trichloroethylene : fact or artifact? Archives of Toxicology. Vol. 37 (1977). p. 233-236

(47) Simmon, V.F.; Baden, J.M. Mutagenic activity of vinyl compounds and derived epoxides. Mutation Research. Vol. 78 (1980). p. 227-231

(48) Kimbrough, R.D.; Mitchell, F.L.; Houk, V.N. Trichloroethylene : an update. Journal of Toxicology and Environmental Health. Vol. 15 (1985). p. 369-383

(49) Gu, Z.W.; Sele, B.; Jalbert, P.; Vincent, M.; Vincent, F.; Marka, C.; Chmara, D.; Faure, J. Induction d'échanges entre les chromatides soeurs (SCE) par le trichloréthylène et ses métabolites. Toxicological European Research. Vol. III, no 2 (1981). p. 63-67

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(50) Gu, Z.W.; Sele, B.; Jalbert, P.; Vincent, M.; Vincent, F.; Marka, C.; Chmara, D.; Faure, J. Effets du trichloréthylène et de ses métabolites sur le taux d'échanges de chromatides-soeurs. Annales de génétique. Vol. 24, no 2 (1981). p. 105-106

(51) Smyth, H.F., Jr.; Carpenter, C.P.; Weil, C.S.; Pozzani, U.C.; Striegel, J.A.; Nycum, J.S. Range-finding toxicity data : list VII. American Industrial Hygiene Association Journal. Vol. 30 (1969). p. 471-471

(52) Fire protection guide on hazardous materials. 8th edition. Quincy, MA : National Fire Protection Association, 1984. p. 49-89

(53) Bretherick, L. Trichloroethylene. In: Handbook of reactive chemical hazards. London; Toronto, Ont. : Butterworths, 1979. p. 346

(54) Schwope, A.D.; Costas, P.P.; Jackson, J.O.; Weitzman, D.J. Guidelines for the selection of chemical protective clothing. Volume 1 : Field guide. 2nd edition. Cincinnati, Ohio : American Conference of Governmental Industrial Hygienists, March 1985

(55) Trichloroethylene : health and safety precautions (Guidance Note EH 5). (s.l.) : Health and Safety Executive, April 1985

(56) Trichloroethylene. In: NIOSH pocket guide to chemical hazards. Washington, D.C. : U.S. Department of Health and Human Services, September 1985

(57) Mackison, F.W.; Stricoff, R.S.; Partridge, L.J., Jr., eds. Occupational health guideline for tetrachloroethylene. In: Occupational health guidelines for chemical hazards (DHHS (NIOSH) publication ; no. 81-123). Washington, D.C. : NIOSH/OSHA, 1981

(58) Lefèvre, M.J. Abrégé des urgences toxicologiques : produits chimiques industriels non pharmaceutiques. Paris : Masson, 1980. p. 112-114, 134-136, 158-159, 172-173

(59) Trichloroethylene. In: Documentation of the threshold limit values. 5th edition. Cincinnati, Ohio : American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1986. p. 595-597

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(60) Fazzalari, F.A., ed. Compilation of odor and taste threshold values data (ASTM data series DS 48A). Philadelphia, Pa. : American Society for testing and materials, 1978. p. 159

Note: Additional references on this subject are available from CCOHS upon request.

While the Centre endeavours to ensure the accuracy and completeness of information provided, it is understood that the Centre makes no warranty as to the accuracy or completeness of such information and assumes no liability for any damages or loss suffered as a result of any inaccuracy or incompleteness therein.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

FICHE TOXICOLOGIQUE

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail
250 rue Main est
Hamilton Ontario Canada L8N 1H6

N° 14

ISSN 0827-8849

TRICHLOROÉTHYLÈNE

Autres noms	Trichloroéthène, CAS 79-01-6
Description	Liquide incolore, ininflammable ayant une odeur douce ressemblant au chloroforme.

RÉSUMÉ DES DANGERS

Exposition	Le trichloroéthylène est principalement absorbé par inhalation mais peut aussi pénétrer à travers la peau.
Effets d'une exposition brève	L'exposition aiguë aux vapeurs de trichloroéthylène peut causer l'irritation du nez, de la gorge et des yeux, ainsi que des maux de tête; à fortes concentrations, les vapeurs de trichloroéthylène peuvent causer des atteintes au système nerveux caractérisées par des troubles du comportement, des étourdissements, la somnolence et, dans certains cas, peuvent mener au coma; des lésions non permanentes au foie et aux reins ont aussi été quelquefois observées.
Effets d'une exposition prolongée	L'exposition au trichloroéthylène pendant des périodes prolongées peut causer des troubles visuels, une diminution de la coordination et de la sensibilité tactile, des tremblements, des vertiges, de l'anxiété et une dépression des battements cardiaques.
Risques d'explosion et d'incendie	Le trichloroéthylène est pratiquement ininflammable; il peut brûler en présence d'une source d'ignition.
Produits extincteurs	Jet d'eau sous pression.
Réactivité chimique	Le trichloroéthylène peut réagir violemment avec certains métaux (particulièrement l'aluminium) et certains oxydants dont l'acide perchlorique, l'oxygène et certains époxydes. Les vapeurs peuvent réagir sous l'action de la lumière ultraviolette (i.e. soudure à l'arc) et de la chaleur pour donner du phosgène et d'autres vapeurs nocives.

Protection individuelle	Pour éviter le contact avec la peau, porter des vêtements protecteurs en Viton. Protéger les yeux contre toute éclaboussure. En présence d'une concentration de vapeur supérieure aux limites permises, porter un appareil respiratoire approprié. Voir Section IV: Limitation de l'exposition.
Entreposage	Entreposer le trichloroéthylène dans des contenants hermétiquement fermés, dans un endroit adéquatement aéré, à l'abri du soleil.
Limites d'exposition	Selon les recommandations de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) 1985-1986. Moyenne pondérée sur le temps (MPT): 50 ppm (parties par million) ou 270 mg/m^3 (milligrammes par mètre cube) Limite d'exposition à court terme (LECT): 200 ppm ou 1 080 mg/m^3

La MPT est définie comme étant la concentration moyenne pondérée sur le temps correspondant à une journée de travail normale de 8 heures à raison de 40 heures par semaine.

La LECT est définie comme étant l'exposition moyenne pondérée sur une période de 15 minutes, ne devant pas être dépassée au cours d'une journée de travail. L'exposition à la LECT ne doit pas dépasser 15 minutes et ne doit pas se reproduire plus de 4 fois par jour. Il doit y avoir au moins 60 minutes d'intervalle entre deux expositions successives à la LECT.

PORTÉE DU DOCUMENT

La présente fiche a été préparée par le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST) et s'adresse surtout, comme source de renseignements, aux personnes qui, par leur travail, risquent d'être exposées au produit. L'information recueillie est, croit-on, fiable et concerne généralement les questions d'hygiène au travail. Il est aussi possible de se procurer d'autres renseignements portant sur des situations particulières. Les données scientifiques sont souvent limitées et peuvent être interprétées de diverses façons. Il nous fera plaisir de recevoir d'autres renseignements, corrections, commentaires et questions relatifs à cette fiche. Il suffit de les adresser au Service des demandes de renseignements, CCHST, 250 rue Main est, Hamilton (Ontario), L8N 1H6, tél.: 416-572-2981.

Le présent document a été mis à jour pour la dernière fois le 10 septembre 1985.

No de catalogue CC273-4/86-5F
ISBN 0-660-91801-3
CCHST C86-5F

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

TABLE DES MATIÈRES

	RÉSUMÉ	i/1
I.	UTILISATIONS ET SOURCES	3
II.	TOXICOLOGIE	3
III.	RISQUES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION	7
IV.	LIMITATION DE L'EXPOSITION	8
V.	MANUTENTION ET ENTREPOSAGE DE PETITES QUANTITÉS	9
VI.	PREMIERS SOINS	10
VII.	LIMITES D'EXPOSITION	10
VIII.	PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES	14
IX.	RÉFÉRENCES	15

I. UTILISATIONS ET SOURCES

Le trichloroéthylène est utilisé principalement comme agent dégraissant. Il est aussi utilisé comme solvant dans l'industrie du nettoyage à sec; il entre dans la composition de certains adhésifs, vernis, peintures et encres d'imprimerie et, enfin, dans la fabrication du chlorure de polyvinyle. A l'origine, le trichloroéthylène était employé comme vapeur anesthésiante. Par la suite cette pratique a été abandonnée[1].

II. TOXICOLOGIE

Voies d'exposition
Le trichloroéthylène peut être absorbé par toutes les voies d'entrée (i.e. respiration, ingestion, passage à travers la peau). En milieu de travail, le trichloroéthylène est absorbé le plus souvent lors de la respiration. L'absorption à travers la peau ne devrait pas contribuer, en milieu industriel, à une augmentation importante de la dose de trichloroéthylène absorbée[1,2].

Elimination
Chez l'homme, environ 50 à 75% du trichloroéthylène inspiré est absorbé par l'organisme tandis que le reste est expiré sans subir de transformation[3,4,5]. L'effort physique peut influencer le taux d'absorption[6]. Le trichloroéthylène absorbé par l'organisme est rapidement éliminé du système sanguin par les poumons[4,5,7,8].

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Comme le trichloroéthylène est très soluble dans les graisses, un certain pourcentage de la quantité absorbée est retenu dans les tissus graisseux. De plus, on a retrouvé du trichloroéthylène dans la plupart des organes de personnes exposées[9].

Après transformation, la plupart du trichloroéthylène absorbé est éliminée dans l'urine, principalement sous forme de trichloroéthanol et d'acide trichloroacétique[3,10]. Il faut souligner que le taux de transformation du trichloroéthylène en composés plus facilement éliminés (métabolisme) est influencé par l'exposition à l'alcool.

Il a été estimé que la demi-vie biologique dans l'urine (temps nécessaire pour éliminer 50% de la dose totale absorbée par l'organisme) est de 41 heures[11]. Il est intéressant de noter que le trichloroéthanol et l'acide trichloroacétique ont été décelés dans l'urine plusieurs jours après la cessation de l'exposition[12].

Effets d'une exposition brève chez l'humain
Les symptômes typiques relevés chez des travailleurs exposés à des concentrations variant entre 100 et 632 ppm[13,14,15,16] comprennent des vertiges, de la fatigue excessive, des étourdissements, des maux de tête, des nausées, de l'insomnie et une sensation d'ébriété. De plus, on a observé chez certains de ces travailleurs des tremblements, un manque de coordination musculaire, des troubles visuels, des mouvements involontaires des yeux et une réduction de la sensibilité cutanée.

Des études contrôlées chez des volontaires ont démontré que les symptômes décrits précédemment apparaissaient chez les sujets exposés à 1 000 ppm de trichloroéthylène et chez quelques sujets exposés à 300 ppm pendant deux heures. Aucun effet apparent n'a, par contre, été rapporté chez les volontaires exposés à 100 ppm pendant la même période[17].

L'exposition à de fortes concentrations de trichloroéthylène (entre 5 000 et 20 000 ppm environ) peut causer des variations du rythme cardiaque normal[18]. Un rapport a conclu que la fribillation ventriculaire (mouvement anormal rapide et répétitif du coeur) provoquée par l'exposition au trichloroéthylène était la cause du décès de quatre travailleurs d'une entreprise de dégraissage[19]. De plus, plusieurs rapports font mention de morts survenues après l'inhalation volontaire de trichloroéthylène. Ces rapports sont particulièrement importants car les concentrations de trichloroéthylène inhalé dans les cas d'abus sont similaires à celles que l'on peut trouver lors de travaux en espace clos (i.e. nettoyage de citernes)[18].

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

TABLEAU 1
Effets toxiques observés en fonction de la concentration de trichloroéthylène dans l'air

Concentration (ppm) de trichloroéthylène dans l'air	Effets observés	Réf.
30	irritation des yeux et des voies respiratoires supérieures.	20
100 à 632	vertiges, fatigue excessive, étourdissements, maux de tête, nausées, insomnie, sensation d'ébriété.	13 14 15
1 000	tremblements, manque de coordination musculaire (ataxie), troubles visuels, mouvements involontaires des yeux (nystagmus), réduction de la sensibilité cutanée.	21 16
3 000 à 7 000	perte de conscience.	22

Effets d'une exposition prolongée
Les symptômes d'une exposition répétée à de faibles concentrations de trichloroéthylène ressemblent à ceux d'une exposition à court terme et à fortes concentrations. Ils consistent en des tremblements, des vertiges, un rougissement de la peau, une diminution de la sensibilité des mains, une intolérance à l'alcool, des syndrômes pré-anesthétiques accompagnés d'un état d'anxiété, une diminution du rythme cardiaque et de l'insomnie[23]. Enfin, quelques études ont conclu que l'exposition répétée à des concentrations de trichloroéthylène supérieures à 100 ppm pouvaient altérer le comportement des individus et certaines de leurs fonctions psychophysiologiques[24,25,26]. Tous ces symptômes sont caractéristiques d'une atteinte du système nerveux et ne semblent pas être permanents[23].

Effets sur la peau
Le trichloroéthylène liquide cause la dissolution des graisses protectrices et produit l'assèchement et le fendillement de la peau[27]. L'exposition prolongée au liquide ou aux vapeurs concentrées du produit peut produire des inflammations de la peau (dermatites) et peut, dans certains cas, causer des brûlures[28,29].

Effets sur les yeux
Le contact direct des yeux avec le trichloroéthylène liquide cause des lésions non permanentes de la cornée[30]. L'exposition à des vapeurs concentrées peut causer l'opacité de la cornée. La cicatrisation est complète ou avec des dommages permanents très faibles[31].

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.

Effets sur le foie
L'exposition au trichloroéthylène pur aux concentrations trouvées en milieu industriel ne semble pas causer d'effets marqués sur le système hépatique[32,33,34].

Plusieurs cas de lésions du foie ont été observés chez des personnes pratiquant l'aspiration volontaire de détachant chimique (''spot-remover sniffing'')[35,36]. D'autres rapports ont fait mention de troubles du foie lors de l'exposition à du trichloroéthylène contenant des quantités appréciables de contaminants, dont le dichloro-1,2 éthane et le dichloro-1,2 propane[37]. Enfin, un rapport de cas publié en 1982 décrit le développement d'une inflammation du foie (cirrhose) chez un travailleur exposé pendant cinq ans à des vapeurs de trichloroéthylène[38].

Effets sur les reins
L'exposition au trichloroéthylène pur aux concentrations généralement présentes en milieu industriel ne semble pas causer d'effets marqués sur le système rénal[23,34,39].

Effets sur la reproduction
Le trichioroéthylène absorbé par la mère peut traverser le placenta et atteindre le foetus[40]. Quelques études ont décrit une incidence accrue de troubles menstruels ainsi qu'une diminution du pouvoir sexuel chez l'homme à la suite d'une exposition à des concentrations de trichloroéthylène suffisantes pour causer des troubles du système nerveux[14,41].

Bien qu'aucun effet foetotoxique (causant des effets toxiques sur le foetus) ou tératogénique (causant des effets sur le développement de l'embryon) n'ait été rapporté, il serait prudent de prendre les précautions nécessaires pour minimiser l'exposition au trichloroéthylène pour les travailleuses enceintes.

Effets carcinogéniques et mutagéniques
La carcinogénicité du trichloroéthylène a été étudiée, tant chez l'animal que par des études épidémiologiques chez des travailleurs exposés[42,43,44,45].

Aucune des études épidémiologiques n'a pu démontrer un lien convaincant entre l'exposition au trichloroéthylène et l'incidence de tumeurs cancéreuses. De plus, les études chez l'animal de laboratoire (rat, souris et hamster) présentent une corrélation faible entre les doses utilisées et l'apparition de cancers et ne permettent pas d'évaluer avec certitude le risque pour les travailleurs exposés au trichloroéthylène.

Quelques études ont démontré que le trichloroéthylène présentait un effet mutagénique faible à la suite de tests à court terme sur des bactéries[46,47]. Ce genre de test est utilisé pour déterminer, de façon rapide, si une substance chimique cause des effets sur le matériel génétique. Certains auteurs ont rapporté que le trichloroéthylène pouvait causer une augmentation du nombre d'aberrations chromosomiques (effet d'un produit chimique sur les chromosomes, indiquant une certaine action sur le matériel génétique et pouvant éventuellement conduire à l'apparition de cancers)[48], de même qu'une augmentation de l'échange entre les chromatides-soeurs (effet représentatif d'une altération du matériel génétique)[49,50].

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Données sur la toxicité chez les animaux
La capacité toxique relative d'un composé peut être évaluée à partir de la DL_{50} ou de la CL_{50}, obtenues au cours de tests sur des animaux. La DL_{50} est la quantité de substance (poids de la substance/poids de l'animal) nécessaire pour tuer la moitié (50%) de la population soumise aux tests. La CL_{50} est la concentration dans l'air qui tue la moitié des animaux après une exposition de 4 heures ou de toute autre période indiquée. La CL_{min} est la plus faible concentration létale observée. Les animaux utilisés sont d'habitude des rats, des souris ou d'autres rongeurs. Dans le cas de la CL_{min}, il n'est pas rare d'obtenir, dans la littérature scientifique, des valeurs pour les humains. L'exposition se fait habituellement par ingestion (voie orale), à travers la peau (cutanée), ou par respiration des vapeurs (inhalation). Pour le trichloroéthylène, les doses toxiques sont:

DL_{50} (rat, voie orale)	4 920 mg/kg[51]
CL_{min} (rat, inhalation)	8 000 ppm/4 heures[51]

III. RISQUES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION

Les risques d'incendie ou d'explosion sont en général déterminés par le point d'éclair et les limites d'explosibilité de la substance.

Le trichloroéthylène n'a pas de point d'éclair tel qu'il est établi par les méthodes conventionnelles[52]. Il est donc considéré comme une substance pratiquement ininflammable.

Les limites d'explosibilité, à 25°C, sont respectivement de 8,0% et 10,5% de vapeur de trichloroéthylène dans l'air (80 000 et 105 000 ppm)[52]. Bien que le trichloroéthylène soit considéré comme ininflammable, sa vapeur, à l'intérieur des limites d'explosibilité, peut brûler en présence d'une source d'ignition (i.e. une torche utilisée pour la soudure). L'explosion en espace clos, ainsi que le retour de flamme (flamme qui remonte le trajet de la vapeur, à partir d'une étincelle ou d'une flamme jusqu'au contenant ou jusqu'au lieu de déversement) ne devraient pas se produire. La vapeur ne brûle pas lorsque la concentration est inférieure à 8,0% ou supérieure à 10,5%. Une ventilation adéquate peut prévenir une concentration explosive dans les lieux de travail ou les entrepôts.

Produits extincteurs
Dans les cas d'incendie en présence de trichloroéthylène, on recommande l'utilisation de jet d'eau sous pression[52].

Réactivité chimique
Le trichloroéthylène peut réagir violemment avec certains métaux (aluminium, barium, beryllium, lithium, magnésium et titane). Il réagit aussi avec certains oxydants dont l'acide perchlorique, l'oxygène et certains époxydes[53]. Les vapeurs de trichloroéthylène peuvent se décomposer sous l'action de la lumière ultraviolette et de la chaleur pour former du phosgène et d'autres gaz toxiques.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

IV. LIMITATION DE L'EXPOSITION

La meilleure façon de prévenir l'exposition au trichloroéthylène consiste à élaborer des méthodes de travail et des mesures d'ingénierie. Parmi les principales mesures de prévention, on compte:

- substitution
- isolation
- confinement
- évacuation locale des émanations
- ventilation de la zone de travail
- techniques de travail
- mesures d'hygiène individuelle
- équipement de protection individuelle

On peut appliquer une ou plusieurs de ces mesures à la fois dans une situation donnée. Il est habituellement nécessaire d'étudier le milieu de travail et d'envisager les exigences techniques des méthodes de travail avant de procéder à des changements importants.

Par exemple, dans les opérations de dégraissage la ventilation locale ou l'isolation sont les deux méthodes préférées pour contrôler l'exposition aux vapeurs de trichloroéthylène.

Bien que la substitution et les mesures d'ingénierie représentent les méthodes privilégiées pour limiter l'exposition aux substances contaminantes en milieu de travail, l'utilisation de moyens de protection individuelle, notamment les vêtements spéciaux et les appareils respiratoires, peut diminuer l'exposition des travailleurs au trichloroéthylène. Dans certains cas, par exemple, pour le travail en espace clos, les sinistres et certaines opérations d'entretien, l'utilisation de matériel de protection est essentielle étant donné qu'il est impossible d'aérer ou d'appliquer d'autres mesures de prévention.

Vêtements protecteurs
Pour éviter le contact du trichloroéthylène avec la peau, il est recommandé de porter des vêtements protecteurs en Viton (gants, combinaisons de travail, bottes, etc.). Des matériaux comme le néoprène, le chlorure de polyvinyle (PVC) et le caoutchouc styrène-butadiène (SBR) sont à éviter[54].

Il est de plus suggéré de porter des lunettes de sécurité à protecteurs latéraux[55].

Protection des voies respiratoires
Les points à considérer avant de décider d'une méthode de protection des voies respiratoires comprennent:

- choix de l'appareil respiratoire approprié
- ajustement de l'appareil au visage
- entretien de l'appareil
- durée d'utilisation de la cartouche
- formation du personnel

Ces facteurs sont décrits de façon plus détaillée dans la norme Z94.4 de l'ACNOR, «Choix, entretien et utilisation des appareils respiratoires». Pour obtenir ce document, s'adresser à l'Association canadienne de normalisation.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

NIOSH[56] recommande les mesures de protection suivantes*:

Pour toute concentration détectable:
Appareil respiratoire autonome muni d'un écran facial et fonctionnant à demande de pression ou selon d'autres modes de pression positive, ou
Appareil respiratoire à adduction d'air muni d'un écran facial et fonctionnant à demande de pression ou selon d'autres modes de pression positive combiné avec un appareil respiratoire autonome auxiliaire fonctionnant à demande de pression ou selon d'autres modes de pression positive.

Evacuation:
Masque à gaz, muni d'un écran facial et de cartouche(s) pour la protection contre les vapeurs organiques, montée(s) à l'avant, à l'arrière ou sous le menton, ou
Tout appareil respiratoire autonome d'évacuation.

*Note: Utiliser seulement un appareil respiratoire approuvé par NIOSH/MSHA. D'autres équipements de protection des voies respiratoires peuvent fournir une protection adéquate.

V. MANUTENTION ET ENTREPOSAGE DE PETITES QUANTITÉS

Le trichloroéthylène doit être entreposé dans des contenants bien fermés, à l'air libre ou, du moins, dans un endroit adéquatement ventilé. Les contenants doivent être conservés à l'abri du soleil et loin de toutes ouvertures pratiquées au niveau du sol ou entrées de locaux souterrains. Ils ne devraient pas être conservés au-dessous du niveau du sol car les vapeurs de trichloroéthylène sont plus lourdes que l'air et ont tendance à s'accumuler en grandes concentrations si une fuite se produit. Utiliser le strict minimum de trichloroéthylène dans des endroits affectés à cette fin. Lorsqu'ils ne sont pas utilisés, les contenants doivent être fermés[55].

On recommande de ne pas utiliser le trichloroéthylène dans des lieux de travail où l'on effectue de la soudure, où il y a une source de lumière ultraviolette et où il y a une flamme nue, pour éviter la formation de phosgène et autres gaz toxiques.

Nettoyage et élimination
En cas de déversement important de trichloroéthylène, assurer une ventilation adéquate, revêtir un vêtement protecteur et un appareil respiratoire avant d'entreprendre le nettoyage. Si possible, il est préférable de récupérer le liquide pour le recycler. Quand cela n'est pas possible, absorber le liquide avec de la vermiculite, du sable ou une autre substance absorbante et le jeter dans une décharge contrôlée[57]. Il est recommandé de consulter les autorités responsables de l'environnement de la région avant d'éliminer des quantités importantes de produits contenant du trichloroéthylène.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

VI. PREMIERS SOINS

Mesures générales de premiers soins recommandées en cas d'intoxication au trichloroéthylène[58]:

Inhalation
Supprimer la source de contamination et placer la victime à l'air frais, si possible. Si la victime ne respire pas, commencer immédiatement la respiration artificielle. L'administration d'oxygène par du personnel compétent peut être salutaire. Vérifier si la respiration est difficile ou si les battements du coeur sont normaux. Faire appel à un médecin.

Ingestion
Si la victime est consciente, faire boire environ 250 ml d'eau pour diluer le produit dans l'estomac. Assurer le confort et le repos de la victime. Si la victime est inconsciente, ne rien administrer par la bouche, vérifier si la respiration est difficile ou si les battements du coeur sont normaux. Si la victime ne respire pas, commencer immédiatement la respiration artificielle. L'administration d'oxygène par du personnel compétent peut être salutaire. Faire appel à un médecin.

Yeux
Laver les parties affectées avec de l'eau tiède ou avec une solution saline neutre, pendant 15 minutes au moins. S'assurer que les paupières sont grandes ouvertes et faire bouger les yeux lentement dans toutes les directions. Faire appel à un médecin.

Peau
Enlever les vêtements contaminés. Laver les parties affectées avec de l'eau tiède pendant 15 minutes au moins. L'eau savonneuse peut aider à nettoyer plus rapidement la peau.

Note: Consulter un médecin et le centre antipoisons le plus proche pour tous les cas d'ingestion ou de contact avec les yeux et tous les cas, sauf les cas très bénins, d'inhalation ou de contact avec la peau.

VII. LIMITES D'EXPOSITION

De nombreuses réglementations canadiennes recommandent des limites d'exposition proches des seuils admissibles d'exposition (SAE) établis annuellement par l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Dans le cas du trichloroéthylène, les SAE recommandés en vigueur sont[59]:

1. Seuil admissible d'exposition moyenne pondérée sur le temps (SAE-MPT) = 50 parties par million (ppm) ou 270 milligrammes par mètre cube (mg/m^3)

Il s'agit de «la concentration moyenne pondérée sur le temps pour une journée normale de travail de 8 heures et une semaine de

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

travail de 40 heures, à laquelle presque tous les travailleurs peuvent être exposés de façon répétée, jour après jour, sans effets néfastes.»

2. Seuil admissible d'exposition - limite d'exposition à court terme (SAE-LECT) = 200 parties par million (ppm) ou 1 080 milligrammes par mètre cube (mg/m^3)

«La LECT est définie comme une exposition moyenne pondérée sur le temps pour 15 minutes, qui ne doit jamais être dépassée pendant une journée de travail, même lorsque la moyenne pondérée sur le temps pour 8 heures ne dépasse pas la SAE. L'exposition à la LECT ne devrait pas dépasser 15 minutes ni être répétée plus de quatre fois par jour. Il doit y avoir un intervalle d'au moins 60 minutes entre des expositions successives à la LECT.»

«Il ne s'agit pas d'une limite d'exposition indépendante, mais plutôt d'une façon de compléter la moyenne pondérée sur le temps (MPT) dans les cas connus d'intoxication aiguë par une substance dont la toxicité est surtout de nature chronique. L'utilisation des LECT n'est recommandée que lorsque des effets toxiques ont été signalés chez des humains ou des animaux après une exposition brève à des concentrations élevées.»

Certaines réglementations canadiennes ont adopté tel quel l'ensemble complet des seuils admissibles d'exposition (SAE) recommandés par l'ACGIH pour les substances chimiques. Dans certaines autres, ces valeurs ne sont utilisées que comme guides de référence dans la limitation des substances contaminantes de l'air. D'autres encore spécifient les limites d'exposition pour les produits chimiques, y compris le trichloroéthylène. Comme ces limites sont établies, interprétées et appliquées de façons différentes par les diverses administrations ayant juridiction sur ces questions, il est recommandé de consulter les organismes gouvernementaux compétents dans chaque région.

Selon la préface de la brochure de l'ACGIH[59]:

«Le seuil admissible d'exposition correspond aux concentrations de substances dans l'air et représente des conditions auxquelles on estime que presque tous les travailleurs peuvent être exposés jour après jour, sans être affectés. Cependant, comme la sensibilité varie fortement d'une personne à l'autre, un faible pourcentage des travailleurs peuvent ressentir des malaises après une exposition à des concentrations égales ou inférieures au seuil admissible pour certaines substances; une proportion encore plus faible d'individus déjà sensibilisés peuvent être affectés plus sérieusement par l'aggravation d'un trouble déjà existant ou par l'apparition d'une maladie professionnelle.»

«Les seuils admissibles d'exposition sont basés sur les meilleurs renseignements provenant de l'expérience industrielle, d'études expérimentales chez l'humain et d'études chez les animaux et, lorsque c'est possible, de l'ensemble des trois.»

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

> «Le SAE-MPT doit servir de guide pour limiter les dangers pour la santé. Il ne constitue pas une limite entre les concentrations ne présentant pas de dangers et les concentrations dangereuses.»

Propriétés perceptibles du trichloroéthylène au niveau limite d'exposition

Certaines substances dégagent une odeur ou sont irritantes; ces caractéristiques peuvent servir, à court terme, à indiquer la présence de conditions dangereuses. On a observé que la perception de l'odeur du trichloroéthylène se situe à environ 21 ppm[61] ce qui signifie qu'on est généralement averti de la présence de trichloroéthylène avant que la concentration ait atteint le niveau limite prescrit à l'heure actuelle (50 ppm). Cependant, comme la perception de l'odeur peut s'émousser et qu'elle peut varier d'un individu à l'autre, et comme d'autres produits peuvent dégager des odeurs sur les lieux de travail, il n'est pas recommandé de se fier totalement à l'odorat pour détecter la présence de conditions dangereuses.

Limites d'exposition dans d'autres pays

Les méthodes ou procédures appliquées pour établir et mettre en vigueur les limites d'exposition varient considérablement d'un pays à l'autre. On peut se procurer les renseignements concernant les limitations en vigueur dans divers pays en s'adressant au CCHST.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

VIII. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Formule chimique	C_2HCl_3
Structure	$Cl_2C=CHCl$

Propriétés physiques

Point d'ébullition	86,7°C (188°F)
Densité	1 465 g/ml à 20°C
Solubilité	peu soluble dans l'eau; soluble dans la plupart des solvants organiques
Tension de vapeur	57,8 mm Hg à 20°C
Densité de vapeur	4,54 (air = 1)
Seuil de perception olfactive	21,0 ppm
Concentration de saturation des vapeurs	10,2% à 25°C
Point d'éclair	aucun par les méthodes conventionnelles
Limite d'explosibilité	supérieure 10,5% inférieure 8,0%
Température d'auto-ignition	410°C (770°F)

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

IX. RÉFÉRENCES

(1) Waters, E.M.; Gerstner, H.B.; Huff, J.E. Trichloroethylene : I : an overview. Journal of Toxicology and Environmental Health. Vol. 2 (1977). p. 671-707

(2) Steward, R.D.; Dodd, H.C. Absorption of carbon tetrachloride, trichloroethylene, tetrachloroethylene, methylene chloride, and 1,1,1-trichloroethane through the human skin. American Industrial Hygiene Association Journal. Vol. 25 (1964). p. 439-446

(3) Bartonicek, V. Metabolism and excretion of trichloroethylene after inhalation by human subjects. British Journal of Industrial Medicine. Vol. 19 (1962). p. 134-141

(4) Kimmerle, G.; Eben, A. Metabolism, excretion and toxicology of trichloroethylene after inhalation. Archiv fur Toxikologie = Archives of Toxicology. Vol. 30 (1973). p. 127-138

(5) Fernandez, J.G.; Humbert, B.E.; Drox, P.O.; Caperos, J.R. Exposition au trichloréthylène : bilan de l'absorption, de l'excrétion et du métabolisme sur des sujets humains. Archives des maladies professionnelles, de médecine du travail et de Sécurité sociale (Paris). Vol. 36, no 7-8 (juillet-août 1975). p. 397-407

(6) Monster, A.C.; Boersma, G.; Duba, W.C. Pharmacokinetics of trichloroethylene in volunteers, influence of workload and exposure concentration. International Archives of Occupational and Environmental Health. Vol. 38 (1976). p. 87-102

(7) Stewart, R.D.; Dodd, H.C.; Gay, H.H.; Erley, D.S. Experimental human exposure to trichloroethylene. Archives of Environmental Health. Vol. 20 (1970). p. 64-71

(8) Ikeda, M. Metabolism of trichloroethylene and tetrachloroethylene in human subjects. Environmental Health Perspectives. Vol. 21 (1977). p. 239-245

(9) McConnell, G.; Ferguson, D.M.; Pearson, C.R. Chlorinated hydrocarbons and the environment. Endeavour. Vol. 34 (1975). p. 13-18

(10) Soucek, B.; Vlachova, D. Excretion of trichloroethylene metabolites in human urine. British Journal of Industrial Medicine. Vol. 17 (1960). p. 60-64

(11) Ikeda, M.; Imamura, T. Biological half-life of trichloroethylene and tetrachloroethylene in human subjects. Int. Arch. Arbeitsmed. Vol. 31 (1973). p. 209-224

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(12) Monster, A.C.; Boersma, G.; Duba, W.C. Kinetics of trichloroethylene in repeated exposure of volunteers. International Archives of Occupational and Environmental Health. Vol. 42 (1979). p. 283-292

(13) Grandjean, E.; Munchinger, R.; Turrian, V.; Haas, P.A.; Knoepfel, H.-K.; Rosenmund, H. Investigations into the effects of exposure to trichloroethylene in mechanical engineering. British Journal of Industrial Medicine. Vol. 12 (1955). p. 131-142

(14) Bardodej, Z.; Vyskocil, J. The problem of trichloroethylene in occupational medicine. American Medical Association Archives of Industrial Health. Vol. 13 (1956). p. 581-592

(15) Nomura, S. Health hazards in workers exposed to trichloroethylene vapour : I : trichloroethylene poisoning in an electroplating plant. Kumamoto Medical Journal. Vol. 15 (1962). p. 29-37

(16) Takamatsu, M. Health hazards in workers exposed to trichloroethylene vapour : II : exposure to trichloroethylene degreasing operations in a communicating machine factory. Kumamoto Medical Journal. Vol. 15 (1962). p. 43-54

(17) Vernon, R.J.; Ferguson, R.K. Effects of trichloroethylene on visual-motor performance. Archives of Environmental Health. Vol. 18 (1969). p. 894-900

(18) Fielder, R.J.; Lowing, R.K.; Shillaker, R.O. Trichloroethylene (toxicity review 6). (s.l.) : Health and Safety Executive, 1982

(19) Kleinfeld, M.; Tabershaw, I.R. Trichloroethylene toxicity : report of five fatal cases. American Medical Association Archives of Industrial Hygiene and Occupational Medicine. Vol. 10 (1954). p. 134-141

(20) Nomiyama, K. Nomiyama, H. Dose-response relationship for trichloroethylene in man. International Archives of Occupational and Environmental Health. Vol. 39 (1977). p. 237-248

(21) Ferguson, R.K.; Vernon, R.J. Trichloroethylene in combination with CNS drugs. Archives of Environmental Health. Vol. 20 (1970). p. 462-467

(22) Langton Hewer, C. Trichloroethylene. Anaesthesia. Vol. 30 (1975). p. 476-490

(23) Health assessment document for trichloroethylene (review draft). Washington, D.C. : United States Environmental Protection Agency, Office of Health and Environmental Assessment (EPA-600/8-82-006B), December 1983

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(24) Mitchell, A.B.S.; Parsons-Smith, B.G. Trichloroethylene neuropathy (medical memoranda). British Medical Journal. (February 1979). p. 422-423

(25) Salvini, M.; Binaschi, S.; Riva, M. Evaluation of the psychophysiological functions in humans exposed to trichloroethylene. British Journal of Industrial Medicine. Vol. 28 (1971). p. 293-295

(26) Annau, Z. The neurobehavioral toxicity of trichloroethylene. Neurobehavioral Toxicology and Teratology. Vol. 3 (1981). p. 417-424

(27) Bauer, M.; Rabens, S.F. Trichloroethylene toxicity. International Journal of Dermatology. Vol. 16 (1977). p. 113-116

(28) Maloof, C.C. Burns of the skin produced by trichloroethylene vapors at room temperature. Journal of Industrial Hygiene and Toxicology. Vol. 31 (1949). p. 295-296

(29) Bauer, M.; Rabens, S.F. Cutaneous manifestations of trichloroethylene toxicity. Archives of Dermatology. Vol. 110 (1974). p. 886-890

(30) Grant, W.M. Trichloroethylene. In: Toxicology of the eye : vol. II : drugs, chemicals, plants, venoms. 2nd edition. Springfield, Illinois : Charles C. Thomas Publisher, 1974. p. 1034-1045

(31) Grant, W.M. Trichloroethylene in the eye. In: Questions and Answers. Journal of the American Medical Association. No. 3 (1961). p. 205

(32) Tolot, F.; Viallier, J.; Roullet, A.; Rivoire, J.; Figueres, J.-C. Toxicité hépatique du trichloréthylène. Archives des Maladies Professionnelles, de Médecine du Travail et de Sécurité Sociale (Paris). Vol. 25, no 1-2 (1964). p. 9-15

(33) Defalque, R.J. Pharmacology and toxicology of trichloroethylene : a critical review of the world literature. Clinical Pharmacology and Therapeutics. Vol. 2, no. 5 (1960). p. 665-688

(34) Suciu, I.; Olinici, L. Hepato-renal involvement in acute occupational trichloroethylene intoxication. Medicina del Lavoro. Vol. 74 (1983). p. 123-128

(35) Litt, I.F.; Cohen, M.I. Danger...vapor harmful : spot-remover sniffing. The New England Journal of Medicine. Vol. 281, no. 10 (1969). p. 543-544

(36) Clearfield, H.R. Hepatorenal toxicity from sniffing spot-remover (trichloroethylene) : report of 2 cases. Digestive Diseases. Vol. 15, no. 9 (1970). p. 851-856

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(37) Secchi, G.C.; Chiappino, G.; Lotto, A.; Zurlo, N. Actual chemical composition of commercial trilene and their hepatotoxic effects : clinical and enzymologic study. Medicina del Lavoro. Vol. 59, nos. 8-9 (1968). p. 486-497

(38) Thiele, D.L.; Eigenbrodt, E.H.; Ware, A.J. Cirrhosis after repeated trichloroethylene and 1,1,1-trichloroethane exposure. Gastroenterology. Vol. 83, no. 4 (1982). p. 926-929

(39) Smith, G.F. Trichlorethylene : a review. British Journal of Industrial Medicine. Vol. 23 (1966). p. 249-262

(40) Laham, S. Studies on placental transfer : trichlorethylene. Industrial Medicine. Vol. 39, no. 1 (1970). p. 46-49

(41) Zielinski, A. Stan zdrowia pracownic narazonych na przewlekle dzialanie trojchloroetylenu = Etat de santé de femmes professionnellement exposées à l'action chronique du trichloréthylène. Medycyna pracy (Pologne) (traduction I.N.R.S. 74 B-74). Vol 24, no. 3 (1973). p. 263-271

(42) Axelson, O.; Andersson, K.; Hogstedt, C.; Holmberg, B.; Molina, G.; de Verdier, A. A cohort study on trichloroethylene exposure and cancer mortality. Journal of Occupational Medicine. Vol. 20, no. 3 (1978). p. 194-196

(43) Henschler, D.; Romen, W.; Elsasser, H.M. Reichert, D.; Eder, E.; Radwan, Z. Carcinogenicity study of trichloroethylene by longterm inhalation in three animal species. Archives of Toxicology. Vol. 43 (1980). p. 237-248

(44) Tola, S.; Vilhunen, R.; Jarvinen, E.; Korkala, M.-L. A cohort study on workers exposed to trichloroethylene. Journal of Occupational Medicine. Vol. 22, no. 11 (1980). p. 737-740

(45) NTP technical report on the carcinogenesis studies of trichloroethylene (without epichlorohydrin) (CAS no. 79-01-6) in F344/N rats and B6C3F_1 mice (gavage studies) (draft camera-ready). (s.l.) : Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health (NTP-81-84; NIH Publication No. 83-1799; NTP TR 243), June 1983

(46) Henschler, D.; Eder, E.; Neudecker, T.; Metzler, M. Carcinogenicity of trichloroethylene : fact or artifact? Archives of Toxicology. Vol. 37 (1977). p. 233-236

(47) Simmon, V.F.; Baden, J.M. Mutagenic activity of vinyl compounds and derived epoxides. Mutation Research. Vol. 78 (1980). p. 227-231

(48) Kimbrough, R.D.; Mitchell, F.L.; Houk, V.N. Trichloroethylene : an update. Journal of Toxicology and Environmental Health. Vol. 15 (1985). p. 369-383

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(49) Gu, Z.W.; Sele, B.; Jalbert, P.; Vincent, M.; Vincent, F.; Marka, C.; Chmara, D.; Faure, J. Induction d'échanges entre les chromatides soeurs (SCE) par le trichloréthylène et ses métabolites. Toxicological European Research. Vol. III, no 2 (1981). p. 63-67

(50) Gu, Z.W.; Sele, B.; Jalbert, P.; Vincent, M.; Vincent, F.; Marka, C.; Chmara, D.; Faure, J. Effets du trichloréthylène et de ses métabolites sur le taux d'échanges de chromatides-soeurs. Annales de génétique. Vol. 24, no 2 (1981). p. 105-106

(51) Smyth, H.F., Jr.; Carpenter, C.P.; Weil, C.S.; Pozzani, U.C.; Striegel, J.A.; Nycum, J.S. Range-finding toxicity data : list VII. American Industrial Hygiene Association Journal. Vol. 30 (1969). p. 471-471

(52) Fire protection guide on hazardous materials. 8th edition. Quincy, MA : National Fire Protection Association, 1984. p. 49-89

(53) Bretherick, L. Trichloroethylene. In: Handbook of reactive chemical hazards. London; Toronto, Ont. : Butterworths, 1979. p. 346

(54) Schwope, A.D.; Costas, P.P.; Jackson, J.O.; Weitzman, D.J. Guidelines for the selection of chemical protective clothing. Volume 1 : Field guide. 2nd edition. Cincinnati, Ohio : American Conference of Governmental Industrial Hygienists, March 1985

(55) Trichloroethylene : health and safety precautions (Guidance Note EH 5). (s.l.) : Health and Safety Executive, April 1985.

(56) Trichloroethylene. In: NIOSH pocket guide to chemical hazards. Washington, D.C. : U.S. Department of Health and Human Services, September 1985

(57) Mackison, F.W.; Stricoff, R.S.; Partridge, L.J., Jr., eds. Occupational health guideline for tetrachloroethylene. In: Occupational health guidelines for chemical hazards (DHHS (NIOSH) publication ; no. 81-123). Washington, D.C. : NIOSH/OSHA, 1981

(58) Lefèvre, M.J. Abrégé des urgences toxicologiques : produits chimiques industriels non pharmaceutiques. Paris : Masson, 1980. p. 112-114, 134-136, 158-159, 172-173

(59) Trichloroethylene. In: Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices. 5th edition. Cincinnati, Ohio : American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1986. p. 595-597

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(60) Fazzalari, F.A., ed. Compilation of odor and taste threshold values data (ASTM data series DS 48A). Philadelphia, Pa. : American Society for testing and materials, 1978. p. 159

Note: Références supplémentaires sur le sujet envoyées sur demande. S'adresser au CCHST.

Le Centre s'efforce de s'assurer que l'information qu'il distribue est exacte et exhaustive. Cependant, il est entendu que le Centre ne se porte pas garant que ladite information est exacte et exhaustive et ne sera tenu responsable d'aucun dommage ni d'aucune perte subis par suite de l'utilisation d'une information inexacte ou incomplète.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6